

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-12464

(P2002-12464A)

(43) 公開日 平成14年1月15日 (2002. 1. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 0 4 B 28/02		C 0 4 B 28/02	4 G 0 1 2
22/06		22/06	Z
22/08		22/08	A
22/14		22/14	B
// (C 0 4 B 28/02		(C 0 4 B 28/02	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-193955 (P2000-193955)

(22) 出願日 平成12年6月28日 (2000. 6. 28)

(71) 出願人 000000240

太平洋セメント株式会社

東京都千代田区西神田三丁目8番1号

(72) 発明者 谷村 充

千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント株式会社中央研究所内

(72) 発明者 市村 高央

千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント株式会社中央研究所内

(72) 発明者 兵頭 彦次

千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント株式会社中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高流動高強度コンクリート

(57) 【要約】

【課題】  $70\text{N}/\text{mm}^2$  以上の圧縮強度を発現し、かつ自己収縮量を小さくすることができる高流動高強度コンクリートを提供する。

【解決手段】 主要鉱物が  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  - 間隙物質、 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  - 間隙物質、 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  - 間隙物質又は  $\text{CaO}$  - 間隙物質であり、かつ  $\text{CaO}$  結晶を50~92重量%含有するクリンカ組成物と石膏の混合粉砕物、あるいは前記クリンカ組成物と生石灰および石膏との混合粉砕物とからなる混和材と、熱重量測定による20℃から500℃までの重量減少量が0.7~2.5重量%であるセメントと、減水剤と、細骨材と、粗骨材と、水を含み、セメントと混和材の合計量が500~700 $\text{kg}/\text{m}^3$ 、水/セメント比が25~35重量%で、スランプフロー値が50~80cmであることを特徴とする高流動高強度コンクリート。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主要鉱物が  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質、 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質、 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質又は  $\text{CaO}$ —間隙物質であり、かつ  $\text{CaO}$  結晶を 50～92 重量% 含有するクリンカ組成物と石膏の混合粉砕物、あるいは前記クリンカ組成物と生石灰および石膏との混合粉砕物とからなる混和材と、熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 0.7～2.5 重量% であるセメントと、減水剤と、細骨材と、粗骨材と、水を含み、

セメントと混和材の合計量が  $500 \sim 700 \text{ kg/m}^3$ 、水/セメント比が 25～35 重量% で、スランプフロー値が 50～80 cm であることを特徴とする高流動高強度コンクリート。

【請求項 2】 上記混和材の配合量が  $1 \sim 60 \text{ kg/m}^3$  である請求項 1 記載の高流動高強度コンクリート。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の圧縮強度を発現する高流動高強度コンクリートに関し、特に硬化後の自己収縮量が小さい高流動高強度コンクリートに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、土地のより一層の有効利用の観点から、建築物の超高層化ないしは大規模化の傾向は益々顕著になってきている。このような超高層ないしは大規模な建築物の建設工事においては、施工期間の短縮、施工の省力化、施工欠陥の解消などの観点から、流動性と材料分離抵抗性に優れ、かつ高強度（圧縮強度  $70 \text{ N/mm}^2$  以上）を発現する高流動コンクリートが求められている。また、コンクリート製品工場においても振動締固めによる騒音の低減などの観点から、流動性と材料分離抵抗性に優れ、かつ高強度（圧縮強度  $70 \text{ N/mm}^2$  以上）を発現する高流動コンクリートが求められている。

【0003】 従来より、高流動コンクリートとしては、1) 増粘作用を有する水溶性高分子を使用する、通常増粘剤系と称する高流動コンクリート、2) コンクリート中のセメント量を多くし（例えば、 $500 \text{ kg/m}^3$  以上）、減水剤（高性能減水剤や高性能 A E 減水剤等）を使用して水/セメント比を小さくした（例えば、35 重量% 以下）、通常粉体系と称する高流動コンクリート、が知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記増粘剤系高流動コンクリートでは、流動性を確保するために、セメント量が  $400 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ 、水/セメント比が 40～50 重量% 程度であることが多い。そのため、該増粘剤系高流動コンクリートでは、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の圧縮強度を発現することが困難であった。一方、粉体系高流動コンクリートは、流動性と材料分離抵抗性に優れ、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の高強度を発現させることもできるのではあるが、一方で、セメン

ト量が多く、また、水/セメント比が小さいので、硬化後の自己収縮が大きくなるという課題があった。このような自己収縮が大きいコンクリートでは、例えば、RC 部材に用いたとき、鉄筋の拘束により部材下縁部に大きな引張応力が発生し、力学的に弊害を起こす可能性があることが指摘されている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が特定の範囲であるセメントと特定の混和材を使用した特定の配合割合の高流動コンクリートであれば、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の圧縮強度であっても、自己収縮量を小さくすることができることを見だし、本発明を完成させたものである。即ち、本発明は、主要鉱物が  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質、 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質、 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$ —間隙物質又は  $\text{CaO}$ —間隙物質であり、かつ  $\text{CaO}$  結晶を 50～92 重量% 含有するクリンカ組成物と石膏の混合粉砕物、あるいは前記クリンカ組成物と生石灰および石膏との混合粉砕物とからなる混和材と、熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 0.7～2.5 重量% であるセメントと、減水剤と、細骨材と、粗骨材と、水を含み、セメントと混和材の合計量が  $500 \sim 700 \text{ kg/m}^3$ 、水/セメント比が 25～35 重量% で、スランプフロー値が 50～80 cm であることを特徴とする高流動高強度コンクリート（請求項 1）である。そして、上記混和材の配合量は  $1 \sim 60 \text{ kg/m}^3$  が好ましいものである（請求項 2）。

## 【0006】

【発明の実施の形態】 以下、本発明について詳細に説明する。本発明で使用するセメントは、熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 0.7～2.5 重量%、好ましくは 1.0～2.2 重量% のものである。熱重量測定による重量減少量が前記範囲のセメントを使用することにより、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の圧縮強度であっても、硬化後の自己収縮量を小さくすることができる。熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 0.7 重量% 未満のセメントでは、硬化後の自己収縮量を小さくすることが困難になるので好ましくない。熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 2.5 重量% を超えるセメントでは、強度発現性が低下し、 $70 \text{ N/mm}^2$  以上の圧縮強度を発現させることが困難になるので好ましくない。なお、熱重量測定は、市販の熱重量測定装置を使用して行えば良い。昇温速度は、 $10 \sim 20^\circ \text{C/min}$  が好ましい。

【0007】 前記熱重量測定による 20℃ から 500℃ までの重量減少量が 0.7～2.5 重量% であるセメントとしては、例えば、市販されている普通、早強、中庸熱ポルトランドセメント等のポルトランドセメントを高速攪拌しながら水を噴霧する/又は水蒸気を吹きつける等の方法で水を保持させた加水処理セメントや、セメントクリンカと石膏を仕上げミルで粉砕する際に、散水しながら粉

砕したセメント等が挙げられる。

【0008】本発明で使用する混和材は、主要鉱物が  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  間隙物質、 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  間隙物質、 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}$  間隙物質又は  $\text{CaO}$  間隙物質であり、かつ  $\text{CaO}$  結晶を 50~92 重量% 含有するクリンカ組成物と石膏の混合粉砕物、あるいは前記クリンカ組成物と生石灰および石膏との混合粉砕物からなるものである。

【0009】混和材中のクリンカ組成物は、主要鉱物として少なくとも  $\text{CaO}$  結晶と間隙物質を含み、エーライト ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) および／またはビーライト ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) を含んでも又は含まなくてもよいクリンカ組成物を粉砕したものであって、 $\text{CaO}$  結晶を 50~92 重量% 含むものである。主要鉱物として少なくとも  $\text{CaO}$  結晶と間隙物質を含むことにより、ワーカビリティを損なわずに高流動高強度コンクリートの自己収縮を小さくする効果が得られる。クリンカ組成物中の  $\text{CaO}$  結晶が 50 重量% 未満では、高流動高強度コンクリートの自己収縮を小さくする効果が小さくなり好ましくない。クリンカ粉砕物中の  $\text{CaO}$  結晶が 92 重量% を超えると、ワーカビリティが悪くなり好ましくない。なお、間隙物質はセメントクリンカ鉱物中のエーライトやビーライトの間を埋める鉱物に類するものであり、具体的には、 $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  等のカルシウムフェライト鉱物、 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  等のカルシウムアルミネート鉱物、あるいは、 $6\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  等のカルシウムアルミノフェライト鉱物である。

【0010】クリンカ組成物は、石灰質原料、粘土原料、珪石、スラグ類、石膏などを混合し、この原料混合物をロータリーキルンなどで 1300~1600℃ の温度で目標とするクリンカの鉱物が得られるまで充分に焼き締めて焼成することにより製造される。

【0011】混和材中の石膏の種類は限定するものではなく、無水石膏、半水石膏、二水石膏が使用できるが、好ましくは無水石膏がよい。混和材中の石膏の量は、①混和材がクリンカ組成物と石膏との二成分系である場合は、クリンカ組成物 100 重量部に対して石膏 5~50 重量部が適当である。また、②混和材がクリンカ組成物と生石灰および石膏の三成分系である場合は、クリンカ組成物と生石灰の合計量 100 重量部に対して石膏 5~50 重量部が適当である。混和材中の石膏の配合量が前記範囲より少ないと、高流動高強度コンクリートの自己収縮を小さくする効果が小さくなり好ましくない。石膏の配合量が前記範囲より多いと、高流動高強度コンクリートが膨張ひび割れによる強度低下を招く懸念があり好ましくない。

【0012】混和材に生石灰を配合することによって、高流動高強度コンクリートの自己収縮をより小さくすることができる。生石灰の種類は限定するものではなく、軟焼生石灰、中焼生石灰、硬焼生石灰、極硬焼生石灰等の生石灰が使用できるが、ワーカビリティから、日本石

灰協会の 4N-塩酸による粗粒滴定試験法による粗粒滴定試験値が 650ml 以下の生石灰を使用することが好ましく、400ml 以下の生石灰を使用することがより好ましい。

【0013】混和材中の生石灰の配合量は、クリンカ組成物 100 重量部に対して 400 重量部未満、すなわちクリンカ組成物と生石灰の合計量において生石灰 80 重量% 未満が適当である。混和材中の生石灰の配合量が前記範囲より多いと、ワーカビリティが悪くなり好ましくない。

10 【0014】混和材は、上記クリンカ組成物および石膏の混合粉砕物、あるいは上記クリンカ組成物、生石灰および石膏との混合粉砕物からなるものであるが、これらは個別に粉砕した後に混合したものでよく、混合した後に粉砕したものでよい。また、個別に粉砕したものを、高流動高強度コンクリートの混練時に他の材料とともにミキサに投入してもよい。粉砕には、ボールミル、ロールミル等の粉砕機を用いることができる。混和材の粉末度は、ブレン比表面積で  $3000\text{cm}^2/\text{g}$  以上が好ましく、 $4000 \sim 8000\text{cm}^2/\text{g}$  がより好ましい。混和材のブレン比表面積が  $3000\text{cm}^2/\text{g}$  未満では、高流動高強度コンクリートの自己収縮を小さくする効果が小さくなり好ましくない。

【0015】本発明で使用するセメント、混和材以外の材料を説明する。細骨材としては、川砂、陸砂、海砂、砕砂又はこれらの混合物を使用することができる。粗骨材としては、川砂利、山砂利、海砂利、碎石又はこれらの混合物を使用することができる。減水剤としては、リグニン系、ナフタレンスルホン酸系、メラミン系、ポリカルボン酸系の減水剤、A E 減水剤、高性能減水剤又は高性能 A E 減水剤を使用することができる。本発明では、減水効果の大きい高性能減水剤又は高性能 A E 減水剤を使用することが好ましい。水は、水道水等を使用することができる。なお、本発明においては、必要に応じて、支障のない範囲内で、空気連行剤、消泡剤、増粘剤等の混和剤や高炉スラグ粉末、フライアッシュ、石灰石粉、シリカフューム等を使用することは差し支えない。

【0016】本発明の高流動高強度コンクリートは、セメントと混和材の合計量が  $500 \sim 700\text{kg}/\text{m}^3$ 、水/セメント比が 25~35 重量% で、スランプフロー値が 50~80cm のものである。前記条件の高流動高強度コンクリートであれば、流動性と材料分離抵抗性に優れるうえ、 $70\text{N}/\text{mm}^2$  以上の圧縮強度を発現させることができ、硬化後の自己収縮量を小さくすることもできる。本発明において、セメントと混和材の合計量が  $500\text{kg}/\text{m}^3$  未満では、 $70\text{N}/\text{mm}^2$  以上の圧縮強度を発現させることが困難になり好ましくない。セメントと混和材の合計量が  $700\text{kg}/\text{m}^3$  を超えると、硬化後の自己収縮量を小さくすることが困難になり好ましくない。また、水/セメント比が 25 重量% 未満では、スランプフロー値が 50cm 未満になり、例えば、建築物の建設工事においては施工期間の短縮、施工の省力

化、施工欠陥の解消などを図ることが困難になるので好ましくない。水／セメント比が35重量%を超えると、70 N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度を発現させることが困難になり好ましくない。また、スランプフロー値が50cm未満では、例えば、建築物の建設工事においては施工期間の短縮、施工の省力化、施工欠陥の解消などを図ることが困難になる、また、コンクリート製品工場においても振動締固めによる騒音の低減を図ることが困難になるので好ましくない。スランプフロー値が80cmを超えると、材料分離抵抗性が低下するので好ましくない。

【0017】本発明の高流動高強度コンクリートにおいては、混和材の配合量は、ワーカビリティと自己収縮低減の観点から、1～60kg/m<sup>3</sup>が好ましく、5～55kg/m<sup>3</sup>がより好ましい。混和材の配合量が1kg/m<sup>3</sup>未満では、高流動高強度コンクリートの自己収縮を小さくする効果が小さくなり好ましくない。混和材の配合量が60kg/m<sup>3</sup>を超えると、ワーカビリティが悪くなるうえ、高流動高強度コンクリートが膨張ひび割れによる強度低下を招く懸念があり好ましくない。

【0018】本発明の高流動高強度コンクリートにおいては、セメントと混和材の合計量が500～700kg/m<sup>3</sup>、混和材量が好ましくは1～60kg/m<sup>3</sup>、水／セメント比が25～35重量%で、スランプフロー値が50～80cmであれば、減水剤／セメント比や単位粗骨材絶対容積は特に限定するものではないが、コンクリートの作業性やコストなどを考慮して、減水剤（固形分換算）／セメント比は0.3～2.0重量%、単位粗骨材絶対容積は0.27～0.36m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>とすることが好ましい。

【0019】本発明の高流動高強度コンクリートの混練方法や混練装置は、特に限定するものではなく、慣用の方法で、慣用のミキサで混練すれば良い。また、養生方法も特に限定するものではなく、気中養生、水中養生、蒸気養生などを行えば良い。

#### 【0020】

【実施例】以下、実施例により本発明を説明する。

#### 1. 使用材料

以下に示す材料を使用した。

#### 1) セメント

①セメントA；太平洋セメント（株）製普通ポルトランドセメントを二軸式ニーダに投入し、攪拌しつつ超音波加湿器にて加水処理した加水処理セメントを使用した。該セメントの熱重量測定による20℃から500℃までの重

量減少量は1.3重量%であった。

②セメントB；太平洋セメント（株）製普通ポルトランドセメントを使用した。該セメントの熱重量測定による20℃から500℃までの重量減少量は0.6重量%であった。

#### 【0021】2) 混和材

#### ①クリンカ組成物の調製

石灰石、珪石、粘土、鉄原料および無水石膏を表1に示す鉱物組成となるように混合し、該混合物をロータリーキルンで焼成温度1300～1600℃、滞留時間60～120分で焼き締めてクリンカを製造し、これをブレン比表面積5000cm<sup>2</sup>/gに粉碎した。

#### 【0022】

#### 【表1】

CaO結晶 (重量%)	3CaO・SiO <sub>2</sub> (重量%)	間隙物質* (重量%)
61.5	25.3	5.1

\*2CaO・Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等

#### 【0023】②混和材の調製

上記クリンカ組成物100重量部と、無水石膏（ブレン比表面積6500cm<sup>2</sup>/g）10重量部を混合し、混和材を調製した。

【0024】セメント、混和材以外の材料として、以下に示す材料を使用した。

3) 高性能AE減水剤；レオビルドSP-8S（（株）エヌエムビー製）を使用した。

4) 細骨材；静岡県産陸砂（表乾比重：2.60）を使用した。

5) 粗骨材；茨城県産碎石（表乾比重：2.64）を使用した。

6) 水；水道水を使用した。

#### 【0025】2. コンクリートの配合及び混練

前記材料を使用し、表2に示す配合にしたがってコンクリートを調製した。混練は、2軸強制練りミキサ（0.06m<sup>3</sup>）を用いて、180秒間混練した。

#### 【0026】

#### 【表2】

	コンクリートの配合 (kg/m <sup>3</sup> )					
	セメント		混和材	細骨材	粗骨材	水
	A	B				
実施例 1	573	—	10	794	832	175
実施例 2	563	—	20	794	832	175
実施例 3	553	—	30	794	832	175
実施例 4	533	—	50	794	832	175
比較例 1	583	—	—	794	832	175
比較例 2	—	583	—	794	832	175

## 【0027】3. 評価

## 1) スランプフロー値

「JIS A 1101 (コンクリートのスランプ試験方法)」に準じてスランプコーンを引き上げた後、拡がったコンクリートの最大直径の長さとその直角方向の長さを測定して、平均値を算出し、スランプフロー値を求めた。

## 2) 圧縮強度

混練後、φ10×20cmの型枠を用いて成形した。成形後、20 1日間型枠内で養生し、脱型した。その後、材令28日\*

\*で水中養生し、「JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)」に準じて圧縮強度を測定した。

## 3) 自己収縮量

上記コンクリートの自己収縮量(材令28日)を日本コンクリート工学協会「(仮称)高流動コンクリートの自己収縮試験方法」に準じて測定した。なお、測定は凝結の始発時間を基長とした。その結果を表3に示す。

## 【0028】

## 【表3】

	スランプフロー (cm)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	自己収縮量 (×10 <sup>-6</sup> )
実施例 1	64.5	85.4	-235
実施例 2	64.0	87.0	-105
実施例 3	64.0	86.2	49
実施例 4	61.5	83.3	335
比較例 1	63.5	84.9	-395
比較例 2	62.0	90.1	-540

【0029】表3から明らかなように、本発明で規定する高流動高強度コンクリートでは、70N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度であっても自己収縮量が小さかった。

## 【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の高流動高強度コンクリートは、70N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度を発現し、かつ自己収縮量を小さくすることができるものである。従って、本発明の高流動高強度コンクリートを用い

ることによって、例えば、建築物の建設工事においては施工期間の短縮、施工の省力化、施工欠陥の解消などを図ることができる。また、コンクリート製品工場においても振動締固めによる騒音の低減を図ることができる。さらに、本発明の高流動高強度コンクリートを用いて、例えば、RC部材を製造した場合、力学的な弊害が生じる可能性は少ない。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)	
C O 4 B	22:06	C O 4 B	22:06	Z
	22:08		22:08	A
	22:14		22:14	B
	24:26		24:26	E
	14:06)		14:06)	Z
	103:30		103:30	
	111:20		111:20	
(72)発明者	大森 啓至	F ターム(参考)	4G012 MB01 MB23 PA01 PA04 PA06	
	千葉県佐倉市大作 2 - 4 - 2		PB03 PB06 PB11 PC02 PC03	
	ント株式会社中央研究所内		PC12	